SIEMENS

ALTERNADORES PARA CENTRALES HIDROELECTRICAS

ESTATOR

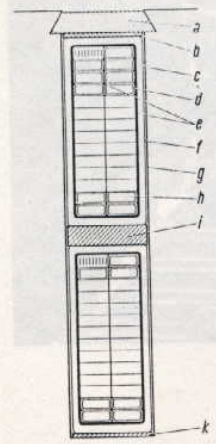
Devanado tipo barril de barras compuestas de cintas trenzadas

El devanado del estator se construye, para intensidades elevadas de corriente, como devanado de barril de barras compuestas de cintas trenzadas, con 2 barras por ranura.

Las barras empleadas se componen de diversos conductores parciales aislados entre sí y conectados en paralelo, de poca sección, que están dispuestos en dos capas, una al lado de otra. Estos conductores parciales están trenzados, de modo que cada uno de los mismos, en su recorrido a lo largo del paquete, tiene siempre una posición relativa diferente con respecto a los otros conductores, en la altura total de la barra. Esta disposición tiene por objeto que cada conductor parcial sea abrazado aproximadamente por el mismo flujo magnético transversal, de modo que la corriente se distribuya uniformemente sobre los conductores parciales y se reduzcan a un mínimo las pérdidas adicionales producidas por el efecto pelicular.

Los conductores parciales se componen normalmente de cobre plano revestido de seda de vidrio; raras veces de cobre plano desnudo. En el último caso, se aislan los conductores parciales entre sí mediante capas intermedias de tejido de mica. En los puntos acodados de los conductores parciales, se refuerza el aislamiento mediande cordones intercalados de tejido de mica. Para evitar burbujas de aire, todos los huecos se rellenan cuidadosamente de una masilla

Fig. 1 Trenzado de una barra compuesta de cintas



a Cuña de la ranura (repelita)
b Tira resbaladora (repelita)
c Casquillo de hoja de mica
d Aislamiento de conductores parciales
e Asfalto (aislamiento de base)
f Holgura y revestimiento de la ranura de papel grafitado
g Revestimiento de grafito del casquillo como protección contra descargas de efluvio
h Conductor parcial de cobre
i Tira intermedia (repelita)
k Tira de base de la ranura (repelita)

Fig. 2 Sección de la ranura

especial, cubriéndose la barra de baquelita y asfaltándose en vacío. Durante este proceso, la barra impregnada de baquelita se endurecerá en una prensa calentada eléctricamente con lo que se obtiene una alta rigidez del conjunto de conductores parciales. Debido al procedimiento de asfaltado, la barra se provee simultáneamente de una capa fina de asfalto (aislamiento de base) que sirve, en las dilataciones y contracciones térmicas, de capa deslizante entre la barra y el casquillo. Como aislamiento contra la ranura, la parte recta de la barra está equipada con un casquillo cuyo espesor depende de la tensión de la máquina y que se compone de varias capas de hojas de mica aplicadas en caliente sobre la barra. Los lados frontales de las barras que forman la cabeza del arrollamiento, reciben, además, una mano de laca y se arrollan con una cinta de seda de vidrio enlacada, de tejido de mica o de tejido enlacado, en varias capas según sea la tensión. El aislamiento de las barras corresponde a la clase B de REM (Reglamentos para máquinas eléctricas).

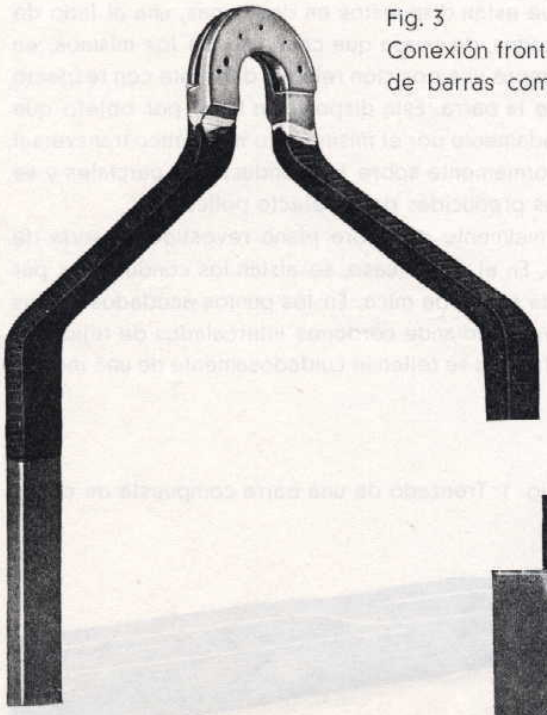


Fig. 3
Conexión frontal de un devanado tipo barril de barras compuestas de cintas trenzadas

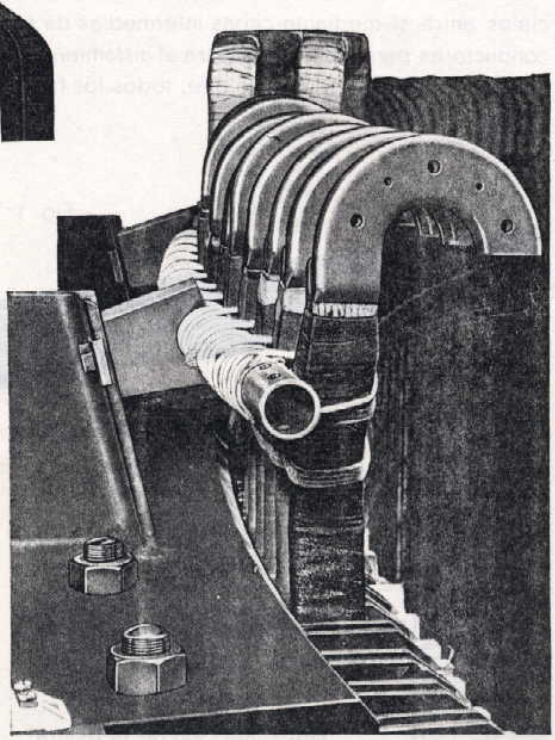


Fig. 4
Refuerzo de un devanado tipo barril de barras compuestas de cintas trenzadas

Con tensiones nominales superiores a 5 hasta 6 kV (según el tamaño de la máquina), las barras se proveen de una protección contra descargas de efluvio que impide dichas descargas entre el casquillo y la pared de la ranura y garantiza una gradiente uniforme de potencial dentro del casquillo. Para tal fin, se aplica al lado exterior del casquillo de hojas de mica, una capa de papel grafitado, lacado por un lado, que se adhiere fijamente a la hoja de mica arrollada en caliente. El contacto íntimo entre el grafito del casquillo y la pared de la ranura impide con seguridad una gradiente de potencial entre el casquillo y la pared, de modo que se excluyen fenómenos de efluvio en este punto. Con tensiones nominales superiores a 9 kV, las barras reciben, para distribuir el campo eléctrico, una protección contra descargas de efluvio en los extremos, en el punto de paso de la ranura al lado frontal.

La unión entre una barra de la capa superior con la de la capa inferior, se efectúa mediante piezas de cobre en forma de hoz conectadas con los extremos de las barras por soldadura fuerte las cuales, a su vez, están solapadas entre sí y unidas mediante remaches huecos y soldadura blanda.

Los cabezales de arrollamiento se refuerzan por anillos y caballetes contra los efectos de las fuerzas dinámicas de la corriente, ante todo en caso de cortocircuitos. Los anillos se componen de tubos de latón. La fig. 4 muestra este refuerzo indicando la junta de separación de un estator compuesto de varias partes. La unión posterior de estos anillos parciales, se realiza en este punto mediante piezas intermedias macizas enchufadas en los tubos y pasadores.

El devanado de barras presenta, comparándolo con el de bobinas, notables ventajas. Ya que cada lado de una bobina comprende un solo conductor eléctrico, se obtiene la máxima seguridad de aislamiento, excluyéndose prácticamente contactos entre espiras. También la resistencia térmica y mecánica del devanado de barras sobrepasa todas las otras formas de devanados. Las demás medidas auxiliares para mejorar la curva de la onda (repartición fraccionada de las ranuras, paso reducido simple o múltiple), se pueden emplear también para el arrollamiento de barras. Ventajas particulares, ofrece el devanado de barras en aquellos casos en los que la realización puede conseguirse como devanado ondulado puesto que dichos devanados requieren generalmente sólo muy pocas conexiones en la circunferencia, mientras que un devanado de bucle necesita siempre una conexión por polo y fase, por lo que se prefiere el devanado ondulado al tratarse de mayores números de polos. El número reducido de conexiones del devanado ondulado hace factible una construcción sinóptica y adecuada para una buena ventilación de las cabezas del devanado. En caso de exceder la intensidad de la máquina, la capacidad de carga de la barra admisible por razones constructivas y técnicas, se realiza una repartición en dos o más derivaciones paralelas del devanado. Mientras que en el devanado de bucle son necesarias líneas anulares especiales para realizar la conexión en paralelo, puede renunciarse a éstas en el devanado ondulado eligiendo convenientemente la disposición de las ranuras. De la supresión de dichas líneas anulares, resulta una construcción esencialmente simplificada y una mejor ventilación.

La posibilidad de la aplicación adecuada del devanado de barras, presupone que la intensidad nominal de la máquina no descienda por debajo de un valor mínimo determinado. Es aconsejable, por lo tanto, dejar la elección de la tensión de la máquina a la fábrica constructora la que podría conseguirse sin dificultades para grandes máquinas cuando los alternadores en conexión de bloque trabajen sobre la barra colectora a través de transformadores. El constructor obtiene, al elegir la tensión más conveniente de los bornes, la posibilidad de determinar el devanado y por consiguiente el tipo del alternador más adecuado eléctrica y económicamente.